

## **ЦИКЛОННАЯ ПЕЧЬ КАЛЬЦИНАЦИИ – АЛЬТЕРНАТИВА ВРАЩАЮЩИМСЯ ПЕЧАМ**

Почти весь производимый в Российской Федерации глинозем получали до настоящего времени исключительно во вращающихся печах кальцинации. Имеющийся парк вращающихся печей морально и физически устарел. Срок службы подавляющего большинства существующих агрегатов составляет от 30 до 60 лет, а качество получаемого глинозема не отвечает современным требованиям. Вращающиеся печи имеют ряд существенных недостатков:

- Низкий тепловой КПД, связанный с конструктивными особенностями агрегата. Так, удельный расход топлива на вращающихся печах в среднем составляют 140–150 кг условного топлива на тонну глинозема.
- Невозможность получения качественного металлургического глинозема с низким содержанием  $\alpha$ -фазы (менее 6 %), а такой глинозем, как показала практика, позволяет повысить экономичность процесса электролиза. На вращающихся печах глинозем получается с содержанием  $\alpha$ -фазы от 15 до 35 %.
- Работа вращающейся печи характеризуется повышенным уносом пыли, что не только снижает ее тепловую и технологическую эффективность, но и отрицательно влияет на экологию.
- Вращающаяся печь – это механический агрегат, поэтому велики эксплуатационные затраты. Периодически нуждаются в замене или капитальном ремонте футеровка и узлы печи (опорные, корпус, привод).

Как альтернатива вращающимся печам в СССР на Николаевском глиноземном заводе были построены печи кипящего слоя немецкой фирмы «Лурги» (Lurgi Metallurgy GmbH). Другим направлением является использование циклонных печей кальцинации «GSC» фирмы F.L. SMIDTH. Эти печи поставлены во многие страны мира. В Китае пять лет, построено 11 печей такого типа. В России за семь лет – одна.

Учитывая предельный износ вращающейся печи № 6, руководством Уральского алюминиевого завода компании СУАЛ (г. Каменск-Уральский) была поставлена задача разработки и строительства высокоэффективной печи кальцинации, не уступающей лучшим зарубежным аналогам. С целью снижения капитальных затрат, для новой печи циклонного типа предполагалось использовать систему газоочистки печи № 6 с производительностью менее 350 т/сут. (электрофильтр, трубы выброса). С

учетом более высокой тепловой экономичности производительность проектируемой установки циклонного типа была ограничена 500 т/сут.

С помощью разработанной авторами математической модели была проанализирована технологическая схема циклонной печи фирмы F.L. SMIDTН, выявлены ее недостатки и создана новая, более эффективная, конструкция циклонной печи. В результате удалось получить оптимальное, соответствующее характеру ступенчатых физико-химических превращений технологического материала, распределение температур по отдельным агрегатам печи за счет организации более рационального распределения подвода теплоты по каскадам печи. По сравнению с циклонной печью фирмы F.L.SMIDT снижены температуры отходящих газов и глинозема на выходе из печи без использования водяного охлаждения. Это позволило снизить удельный расход топлива до 95,9 кг.у.т./т и получить глинозем с техническими свойствами, ранее

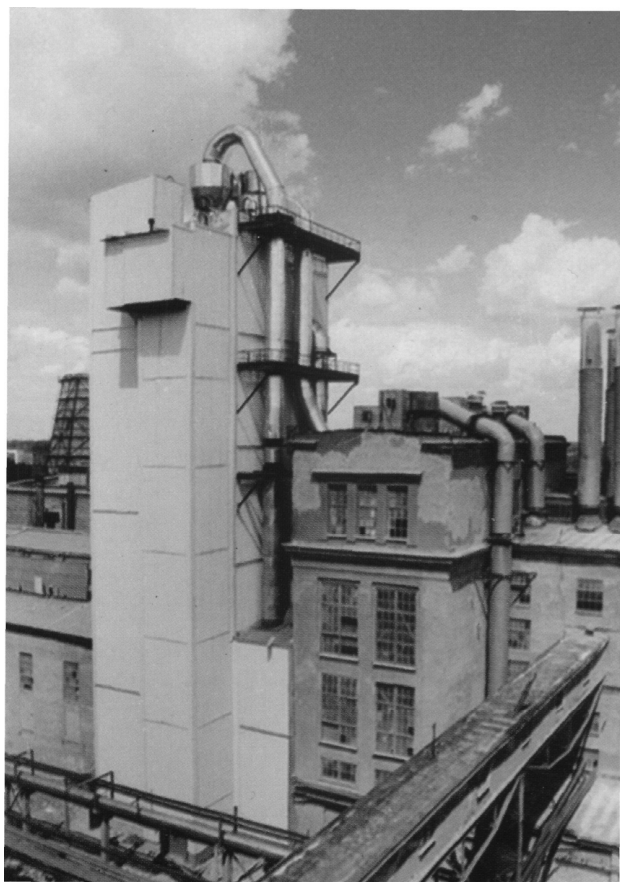


Рис. 1. Циклонная печь кальцинации

недоступными отечественной промышленности. Авторами произведен тепловой и аэродинамический расчет циклонной печи и разработан технологический регламент. Разработанная конструкция защищена патентом РФ № 2213697. В проектировании, строительстве и пуске печи принимали участие специалисты УрФУ, ЗАО НПО «ТЕХНОКОМ», ОАО «Уралгипромет», «УАЗ-СУАЛ», ЗАО «Уралстальконструкция», ЗАО РТСофт, горелочного центра ВНИИМТ. Генеральный проектировщик – ОАО «Уралалюминий».

Строительство и монтаж печи заняли 6 месяцев. Печь пущена в промышленную эксплуатацию 28 февраля 2004 г.

Экономический эффект достигается, в основном, благодаря резкому снижению удельного расхода топлива (в среднем в 1,5 раза по сравнению с вращающимися печами), а также вследствие снижения затрат электроэнергии при электролизе (благодаря низкому содержанию  $\alpha$ -фазы в глиноземе). Кроме того, достигается значительное уменьшение количества выбросов вредных веществ в атмосферу – с 16,641 до 9,749 т/год.

Подтвержденный экономический эффект от внедрения за первый год эксплуатации составила более 33,05 млн руб./год. До настоящего времени печь работает без замены футеровки и крупных ремонтов. Затраты на создание и пуск печи составили 90 млн руб.



Рис. 2. Пульт циклонной печи

Управление печью – автоматическое. Система АСУТП реализована на базе SCADA – программы In-Touch фирмы Wonderware и позволяет в режиме реального времени отображать на экране монитора 79 параметров работы печи, производить архивацию и обеспечивать удаленный доступ к данным специалистов завода. На рис. 2 приведено

фото рабочего места оператора печи, а на рис. 3 приводится мнемосхема печи, отражаемая на экране монитора. В табл. 1 приведены данные по работе циклонной и вращающихся печей за 2007–2008 гг. эксплуатации. В табл. 2 приведены сравнительные характеристики различных типов печей для получения глинозема. Приведенные данные взяты из открытых публикаций, их можно найти в Интернете. Как следует из приведенных данных, разработанная циклонная печь обладает следующими преимуществами:

1. более низкий (в 1,5 раза) удельный расход топлива– 95,9 кг у.т./т;
2. снижены выбросы вредных веществ – на 40 %;
3. увеличен коэффициент использования с 0,82 до 0,973;
4. получен глинозем с содержанием  $\alpha$ -фазы от 3 до 6 %

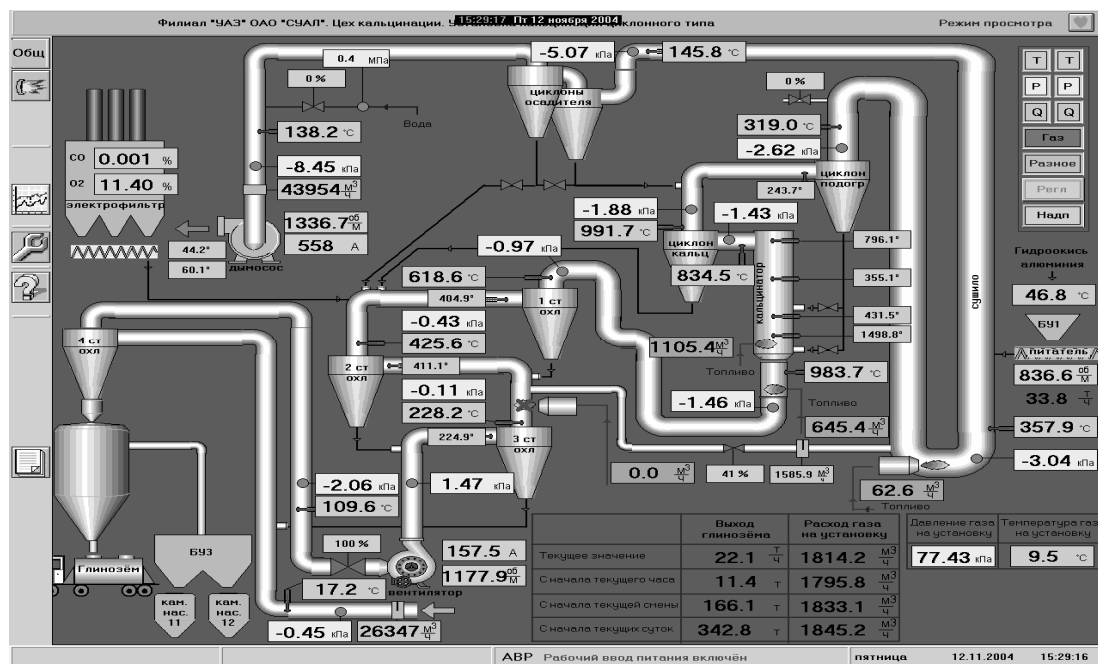


Рис. 3. Мнемосхема циклонной печи кальцинации на экране монитора оператора

Как следует из данных табл. 2, удалось создать печной агрегат, который по своим характеристикам превосходит зарубежные аналоги.

Успешный опыт эксплуатации, существенное снижение выброса вредных веществ и высокая экономическая эффективность (срок окупаемости 2,5 года) свидетельствуют о необходимости замены существующего парка вращающихся печей циклонными. Так, по нашим оценкам, строительство еще одной циклонной печи производительностью 1500 т/сут. на Уральском алюминиевом заводе позволило бы вывести из эксплуатации все имеющиеся морально и физически устаревшие вращающиеся печи, поднять на новый уровень качество получаемого глинозема, высвободить значительные производственные площади, снизить ущерб окружающей среде. Однако в настоящее время в Российской Федерации в алюминиевой промышленности полностью отсутствует конкуренция. Это, наряду с низкими тарифами на энергоносители, является главным препятствием на пути внедрения инновационных разработок в отрасли, предполагающих замену малоэффективного технологического оборудования.

Таблица 1

Сравнительные показатели работы циклонной и вращающейся печей  
УАЗ за 2007–2008 гг. эксплуатации

Показатель	Вращающаяся печь	Циклонная печь
Производительность, т/ч	13,0	23,4
Удельный расход топлива, кг у.т./т	143,3	95,9
Коэффициент использования	0,82	0,973
Расход воды на холодильник, м <sup>3</sup> /ч	100,0	нет затрат
Выбросы в атмосферу в.в., т/год	16,641	9,749
в том числе пыли, т/год	1,165	0,682
Затраты на капремонт, тыс. руб./год	2224	Капитальный ремонт до 2011 г. не проводился

Таблица 2

## Сравнение различных типов печей

Тип печи	Удельный расход топлива, кг.у.т./т		Содержание $\alpha$ -AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Затраты, млн \$
	Начальный уровень	Настоящее время		
Вращающаяся печь (г. Павлодар)	147	143,3	20...25	60
Lurgi Metallurgy GmbH (г. Николаев)	109,0	101,4	15	25
F.L. SMIDTH (предложение фирмы)	106-107	101,0	5	25
Циклонная печь УАЗ-СУАЛ (г. Каменск-Уральский)	98,0	95,9	3...6	3